

# 複雑系理論を援用した東日本大震災の分析

## －茨城県内企業の状況を中心に

百 武 仁 志

### 抄録

本論文は2011年3月11日の東日本大震災における、特に茨城県内企業の罹災状況、復旧状況、復興状況の調査を通じて、複雑系理論に基づいて企業のサプライチェーンの復興過程を明らかにする。東日本大震災はカストロフィ理論の観点で言えば創造から破壊へ向かう例であり、複雑系理論の観点で言えば混沌とした不測事態をどのように乗り切り秩序ある復興を成し得るかという命題の具体例である。現代の企業はSCMの考え方に基づいて川上から川下まで最適化された供給連鎖構造を構築してきた。ここにカストロフィ理論で言うところの破壊、すなわちこの最適化された供給連鎖構造が震災により破壊された。そこで本論文では東日本大震災によるサプライチェーンの寸断及び復旧・復興の状況に関して複雑系理論の観点からその過程を解明し、震災をも乗り越える企業について複雑系理論からの補強を試みる。

### はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は東北地方、特にその太平洋沿岸地域では津波も重なることによって甚大な被害をもたらした。震災時点の直接的被害はもちろんであるが、震災後の復旧復興では分断された道路、鉄道に加えて、空港・海港の被災による航空路、海路を含めた輸送経路の復旧の遅れはそれ以外の一般の市民の避難生活や復旧復興を著しく遅らせた。ここでは単に道路・鉄道・航空路・海路といったいわばハードウェアの被害もさることながら、企業においては物資の流通制御という観点からの機能不全、すなわちサプライチェーンというソフトウェアまでもが破壊されたことは自衛隊・米軍の尽力により急速な復旧後での依然とした物流停滞をみればそのソフトウェアとしてのサプライチェーンの被害の甚大さが垣間見られる。

そのような観点では東北地方の岩手・宮城・福島といった東日本大震災の中心的被災地のみではなく、その隣接地域としての茨城県は東北三県とは規模が違うものの、関東地区にありながら震災の影響は小さくなく、そこに立地する企業はハードウェア・ソフトウェアの両面から被害を受けた。

そこで本論文では、特に茨城県内企業の罹災状況、復旧状況、復興状況を明らかにすることを通じて、複雑系理論に基づいて企業のサプライチェーン状況を明らかにする。この東日本大震災はカストロフィ理論<sup>1</sup>の観点から言えば創造から破壊へ向かうという例であり、複雑系理論の観点から言えば不測事態をどのように乗り切るかという命題の一例である。現代の企業はサプライチェーンの考え方によって川上から川下まで最適化された供給連鎖構造を構築してきた。ここに東北大地震によってカストロフィ

理論で言うところの破壊という現象が起こり、この最適化された供給連鎖構造に壊滅的機能不全を起こした。

今日の経営学ではカストロフィ理論より複雑系理論を用いて不測事態に対する解を求めることが多くなってきている。本論文では東日本大震災によるサプライチェーンの寸断及び復旧・復興について複雑系理論の観点から解明し国難ともいわれる震災をも乗り越える企業について複雑系理論の補強を試みる。

## 1. 本稿の目的と問題意識

2011年3月11日14時46分頃、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0という日本観測史上最大の東北地方太平洋沖地震（以下、地震）が発生した。さらにそれに誘発された東北地方を中心として日本の太平洋沿岸を襲った最大波高10m超の大規模三陸津波（以下、津波）、さらには福島第一原子力発電所の地震・津波被災による同所5基の原子炉の再臨界事故（以下、原発事故）という、未曾有の複合災害である東日本大震災が発生した。

この震災によって東北三県（宮城・岩手・福島）は甚大な被害を直接的に受けた。地震という観点からすれば隣接する茨城県も同様の被害を受けているが、津波の被害が東北三県に比べて少なかった。しかしそれでも地震やその後の原発事故によって県内の社会インフラは打撃を受けた。茨城県の主要高速道路である常磐道は地震によって道路表面が波を打ち、さらに主要鉄道であるJR東日本常磐線は宮城県内・坂元駅～宮城県内・山下駅間で津波に流された。2011年9月時点では高速道路（広野IC～常磐富岡IC）、鉄道（久ノ浜駅～亘理駅）ともに開通の目処が立っていなかった。茨城県内においては同年4月には高速道路・鉄道ともに復旧したもの、未だにその爪痕を見ることができる。ただ被害が甚大であった東北三県は現在でも復旧の目途すら立たない企業も多く存在し、世界的に見てもこの東北三県の漁業・商業・観光業

の復旧・復興に対する関心が高くそこに焦点を当てた研究は多く実施されている。このため茨城県を含めてその他の被災地域に焦点をあてた研究は多くない。

しかし、視点を変えると製造業に関して言えば被災地域で世界的に重要な企業を擁する企業城下町<sup>2</sup>が被災している。茨城県北部、特に日立市には世界的に重要な産業クラスターである日立製作所があり、日立の企業城下町も震災の影響を受けた。震災直後、電気・ガス・水道のライフラインはもとより、茨城県北部主要港である日立港、大洗港は津波で被災し、大型船の接舷が不可能となり先にも述べた主要交通網が遮断されたことが大きい。このことによって茨城県内のサプライチェーンは寸断され日用品や食料が店頭から消え、ガソリンをはじめとする燃料の供給が止まったことからより一層、物流が停滞した。このような事態に見舞われても日立製作所は茨城県内の主要工場で震災発生後、3か月で基本的復旧を終え復興へと向かっている。このようなことから不確実性と正面から向き合う茨城県内企業について、不確実な事象が発生する前と後、すなわち震災発生前・後では特に後に関しては復旧期・復興期に分けてどのように震災で被災し復旧・復興して行っているのかについて分析して行くことが有効である。

分析を行うためにはそのメルクマールが必要となるが、これには複雑系理論を適用が有効な一手段である。東日本大震災が企業にとって自然災害などの不測事態に備えて立案していたBCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）では不十分であった。これは要素に分解し抽象化・普遍化するという既存の科学的方法論の枠組みでは対応できないということを意味する。このような現象を理解するためにカストロフィという概念が提唱されているが、自然科学の分野で不連続な事象が発生する過程を追究しようとする事例が強く、例えば地震の発生などのメカニズム解明についてカストロフィ理論を用いる研究がなされているが、社会科学、特に経営学の分野では企業倒産メカニズムの解

明に用いられるに留まっている。被災から復旧までの過程はカタストロフィ理論で説明しても、復旧から復興までの過程の説明は困難であり、むしろ複雑系理論でも自己組織的臨界状態の理論<sup>3</sup>などを用いる方がよりこの被災・復旧・復興の過程を適切に説明することができる。またこの複雑系理論のアプローチの中で不確実性に対応するサプライチェーンマネジメント (SCM) を明らかにすることには意義がある。そこで本論文では複雑系の理論に基づいたSCMの観点から東日本大震災による茨城県内の企業システムの変化について明らかにする。

## 2. 複雑系の理論とSCM

### 2.1 複雑系の理論

従来、激変する経営環境をも超越し破壊に達する企業の環境変化（倒産、戦争、自然災害など）を捉える理論としてカタストロフィ理論が用いられることが多かった<sup>4</sup>。しかしカタストロフィ理論では企業の破壊現象は捉えることができてもその後の創造への理論構築が困難であり、震災によるサプライチェーンの寸断までは分析できても復旧・復興の過程を理論化するのには適切ではない。そこでカタストロフィ理論以降、破壊と創造の理論として注目を集める複雑系理論でのサプライチェーンの寸断・復旧・復興の分析を試みる。この複雑系の概念が注目を集めたのはサンタフェ研究所<sup>5</sup>であるがこの研究は様々な学問分野への応用が試みられた。特に1990年代には経済学への応用がなされ、それを受ける形で2000年代前後に経営学への応用も試みられた<sup>6</sup>。この複雑系理論はW. B. Arthurによれば「無数の要素があり、その要素が互いに干渉しあい、なんらかのパターンを形成したり、予想外の性質を示したり、そしてそのパターンが各要素そのものにフィードバックしたりするシステム」のことである。このようなことから従来のように要素を分解し抽象化・理論化する手法とは一線を画す理論となっている<sup>7</sup>。

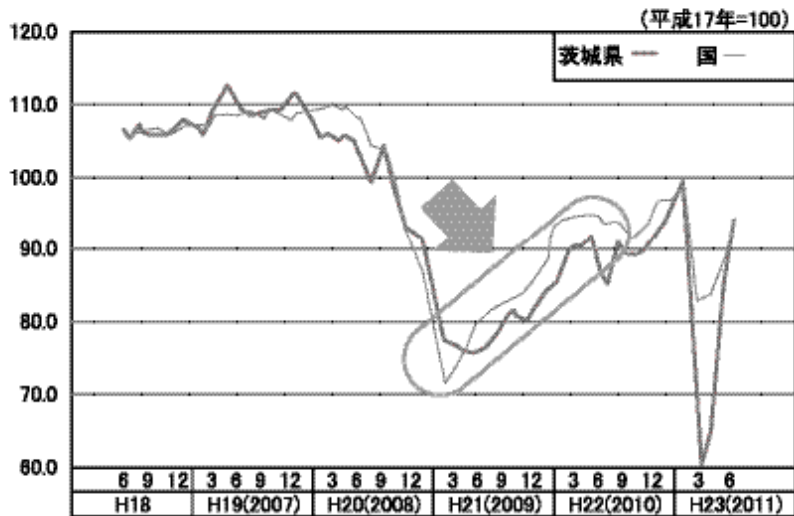
本論文の主題は東日本大震災によって激変した環境に企業はどのように立ち向かいどのように復活するのか、そのパターンを理論化していくものである。サンタフェ研究所などで盛んに研究された理論としては自己組織的臨界状態の理論<sup>8</sup>などがあるが、この場合、危機管理が非常に重要なテーマとなってくるため、涌田 (1999) 理論を使用する。この点について涌田 (1999) は地震等の災害が発生した場合、(1) 発生前、(2) 発生後、の社会的対応の組織・システム及び影響の研究が必要であるとしている<sup>9</sup>。また複雑系の分析に当たっては還元主義に基づくべきであるとも主張している<sup>10</sup>。さらに本論文の分析対象である企業行動については企業組織も複雑系であるという前提の下でその企業組織がどのようにその構造を柔軟に変革していくのか、そして寛容とのダイナミックな相互作用関係を確立しそれを通じていかにして環境適応を果たしていくのかを分析することに複雑系として企業行動を考える意義があるとしている。さらにこの企業行動を分析するための複雑系のキー概念として、(1) 不確実性<sup>11</sup>、(2) 多義性<sup>12</sup>、(3) ポジティブ・フィードバック<sup>13</sup>、(4) 意図せざる結果<sup>14</sup>、を挙げている。

このようなことから、本論文では東日本大震災に対応した企業活動について、震災前、震災時点、復旧・復興の3期に分けた上で社会的対応の組織・システムの影響に関し、組織グループを一つと捉え各々の構成要素を分析する。また、(1) 組織の環境適応過程について試行錯誤的な学習過程、(2) 環境条件の多様な解釈、(3) 震災から発生したズレから異なった秩序が形成される過程、(4) 失敗したと思われるイノベーションによる成功、について分析を行う。また、社会的対応の組織・システムのグループについてはサプライチェーンを取り上げる。

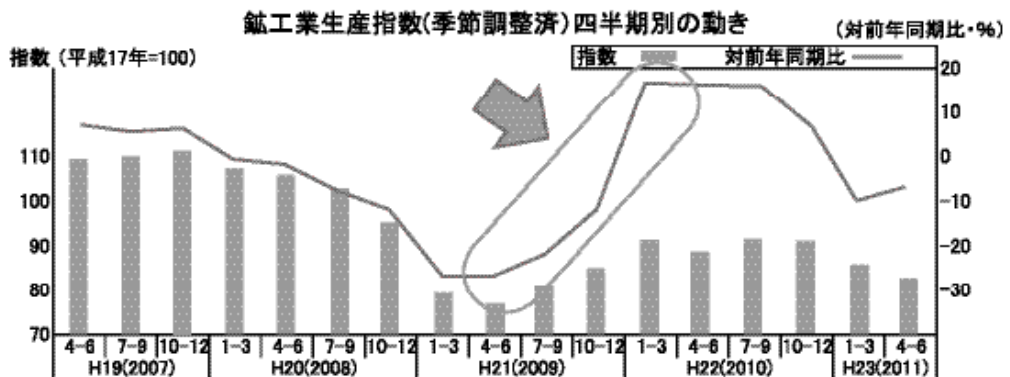
### 2.2 SCM理論

社会的対応の組織・システム及びその影響を分析するにあたってはメーカーの組織・システムの現状を明らかにする必要がある。現代のメー

### 鉱工業生産指数(季節調整済指数)の動き



### 鉱工業生産指数(季節調整済)四半期別の動き



“いばらき統計情報ネットワーク鉱工業生産指数2011年6月期”を基に筆者改良

図表1 2011年6月期までの鉱工業生産指数

カーの多くは川上から川下に向かって物流経路の最適化を行い、激変する市場環境に対しても過剰な在庫を抱えないように制御している。この供給活動の概念がサプライチェーンマネジメント（SCM）である。本項ではこのSCMを明らかにすることを通じて東日本大震災発生時の企業行動の変化を分析するためのメルクマールを定める。

そもそもSCMは米国のロジスティックス分野で1980年代～90年代にかけて起こった競争環境のパラダイムシフトによって出現したと言わ

れている<sup>15</sup>。サプライチェーンに関してはChristopher<sup>16</sup>やLee&Billington<sup>17</sup>の定義がある。これらの定義を簡潔にまとめるとサプライチェーンは原材料を調達しエンドユーザに届ける物流連鎖のことである。SCMに関してはHandfield&Nichols Jr.<sup>18</sup>の定義がある。この定義はSCMとは持続的な競争優位性を達成するため、改善されたサプライチェーン関係による活動の統合のことである。このことから今日のSCMは供給連鎖活動を行うための緩やかな企業間統合を意味する。ここに社会的対応組織・



茨城県Web Site及び各種資料を基に筆者作成

図表2 茨城県内ロジスティックスの復旧状況

システムとしてのSCMが存在する。

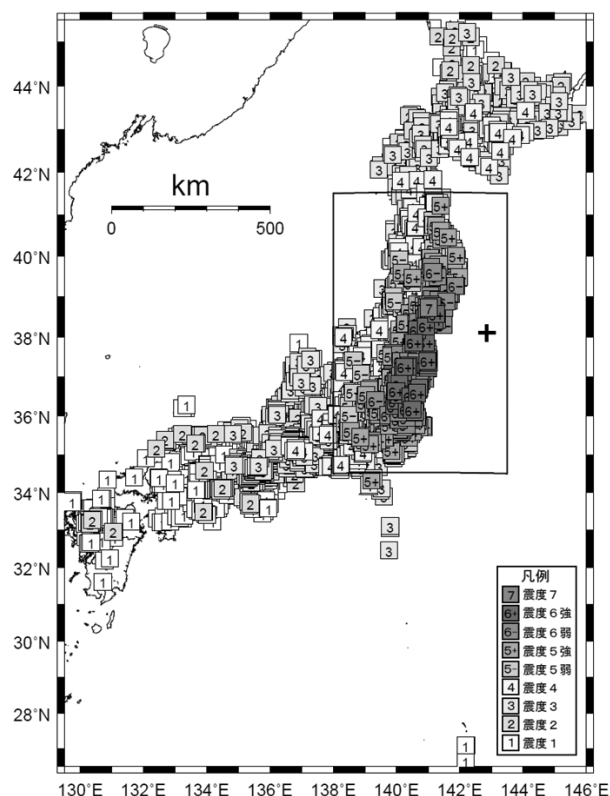
最適化されていたサプライチェーンが東日本大震災によって寸断される事態が起きた。この現象を理解するためにロジスティックスの変化、企業間統合の崩壊についてその状況を明らかにし、震災前、被災、復旧で比較分析を行うことを通じて複雑系理論との枠組みでこの現象を浮き彫りにすることには意義がある。

### 3. 茨城県における震災発生前後の状況

#### 3.1 震災発生前の状況

製造業では2008年に発生したサブプライムローン問題で落ち込んだ鉱工業指数、鉱工業生産指数も2011年には回復傾向にあった。新潟中越沖地震の際にも問題となった自動車部品メーカー「リケン株式会社」問題<sup>19</sup>と同様、茨城県にもサ

プライチェーンの中で必要不可欠の製品を製造している企業がある。その代表がルネサスエレクトロニクス株式会社那珂工場、鹿島コンビナートにある三菱化成株式会社である<sup>20</sup>。また、茨城県に多くの工場を有する日立製作所も震災によってサプライチェーンが寸断された企業の一つである。なお、茨城県が発表している鉱工業生産指数<sup>21</sup>をでは、図表1からも分かるように、全国平均よりは低いもののサブプライムローン問題発生以降、鉱工業生産指数が回復してきていたことが分かる。これは世界的な景気回復兆候の中で、在庫調整が進んできた茨城県内企業が鉱工業生産を順調に回復させてきたためであり、この回復には必要のない在庫を持たないSCMの最適化が大きく関与していると判断できる。



東北地方太平洋沖地震 WebSite (気象庁)

[http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011\\_03\\_11\\_tohoku/index.html](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011_03_11_tohoku/index.html)より転載

図表3 東日本大震災震度分布表

### 3.2 震災発生当日の被災状況

東日本大震災の規模は日本の観測史上最大である<sup>22</sup>。図表3からも分かるように、地震に関しては震度が最大であった宮城県北部の次に強い揺れを観測していることが分かる。東日本大震災は先にも述べた通り地震・津波・原発事故の複合災害である。内閣府の推計では被害額は約16兆9千億円にもものぼる<sup>23</sup>。茨城県内の地震当日の状況を概観<sup>24</sup>すれば、地震によって停電が発生し携帯電話はほぼ使用不能、壁が崩壊、瓦の落下などの目に見える被害が少なからずあった。地震発生直後、県庁近隣の国道50号バイパスの主要な信号は点灯せず、夜は街灯もつかなかった。もちろん水道等ライフラインも被害を受けていた。また地震により道路が隆起し車の

通行を妨げた。このような状況から県内の製造業での被害が発生していることが容易に想像できた。

行政や報道資料に基づいて整理すると図表2のようになる。茨城県内の主要交通網は寸断した。例えば常磐高速道路、JR常磐線、日立港、ひたちなか港区、大洗港区、鹿島港、茨城空港である。国道6号線などの一般道は先にも述べたように道路の隆起や崩れがあるものの完全には寸断していなかった。地震直後、首都圏から日立市方面に向かうにはこの一般道を使用する必要があった。このような状況下でガソリンなどの燃料の供給も滞り移動の手段が確保できず、より一層ロジスティックスが停滞した。

常磐高速道路は3月22日には茨城県で全線、

福島県いわき中央ICまで開通したが、東北三県への緊急車両優先となり一般車両の通行は出来ない状態が続いた。主要交通網の寸断により茨城県内企業のサプライチェーンは完全に滞った。

みずほ総合研究所の調査<sup>25</sup>によると「東日本大震災による自社への影響（複数回答）」という設問で最も多い回答が「主要取引先が被災したことによる生産・営業・仕入・調達への影響を受けた（45.2%）」であった。次いで多かったのが「計画停電による生産・営業・仕入・調達等への影響を受けた（31.2%）」であった。これは震災によってインフラが寸断したり在庫が被災したりすることによってサプライチェーンが事実上機能しなくなったことを意味する。このことによって「シフト制導入など勤務時間の変更（17.0%）」、「仕入れ・調達先変更（15.8%）」を余儀なくされた<sup>26</sup>。

仕入・調達先変更では、阪神淡路大震災の時も同様の問題が発生し東日本大震災でも当初から危惧されていた。このようなことから全国規模のアンケート調査は、地域は限定できないもののサプライチェーンが寸断されたことを示している。

茨城県内においては常陽地域研究センターが6月に県内企業を中心に供給体制への影響と企業への対応についてアンケート及びヒアリングを行い<sup>27</sup>、県内の製造業者273社から回答を得ている。この中で震災後の業況は61.6%の企業で大幅に悪化したもしくは悪化したと回答している。この悪化理由として販売先の都合が7割、仕入れ難が3割に上っている。

企業城下町を形成する日立市の被害状況については日立商工会議所が企業に対するアンケート調査を実施している<sup>28</sup>。この調査では日立市内の商工会議所の会員中小企業に対する一斉調査のため様々な業種が入っていることに留意しなければならない。アンケートの結果、被災状況に関しては、事業再開の目処が立っていないとの回答が0.5%あった。それ以外の99.5%の企業では被害がなかった。売上げに関しては59.9

%の企業が減少し、0.1%の企業が廃業した。このことから日立市内では被害が限定的であったことがわかる。

県内企業の被害状況については常陽地域研究センターでまとめた一覧がある<sup>29</sup>。この中でもルネサスエレクトロニクス及び三菱化学も対象とされた。日立製作所では震災により設備が被災し操業を停止した。これは多賀工場、佐和工場、勝田工場、水戸工場など県央部から県北部の工場全てである。また日立製作所は津波により従業員6名を失うという被害も出ている<sup>30</sup>。これに先立って同社は2006年12月にはBCP策定のためのガイドラインを制定してきた。この効果もあって、日立製作所では震災発生後すぐに「日立グループ東日本大震災対策統括本部」を設置し、翌日には茨城地区・仙台地区に生活支援物資を輸送した。しかし、実際の状況は同社のBCPの想定を大幅に超えていた。まず、東北・関東の広域に渡る連動型の地震は国が想定していた地震領域を大幅に上回ったものであり、この複合災害によって物流システムの混乱から同社の生産活動は停止を余儀なくされた。茨城県内の主力工場や従業員のほとんどが被災したため、近隣の工場ではカバーすることができなかったのである。これによって日立製作所は部品在庫の残る範囲で活動することとなった。

### 3.3 震災発生後の復旧状況

図表2からも明らかなように茨城県内の主要交通網は東日本大震災によって完全に寸断された。しかし、東北三県に比べて津波の規模が大きくなく、また、東京都・千葉県・神奈川県などの損壊状況が復旧のための物流寸断まで至るほどの甚大な被害を受けていなかったこともあり、比較的早期に復旧を実現した。3月11日の震災後、3月14日の茨城空港、3月22日までに常磐高速道路（いわき中央ICまで）、3月31日までに鹿島港、4月7日までにJR常磐線（高萩駅まで）、6月5日までに大洗港区、8月4日までに日立港、そして9月24日までにはひたちなか港区が復旧した。また、4月に入ると順次ガソリ

ンなどの燃料の供給も潤滑に行われるようになったことからロジスティックスも動き始めた。被害の中心である東北三県を優先して物資が輸送されていたことからロジスティックスの機能が回復しても茨城県内の物資不足はその後多少続いたが、茨城県内企業は復旧・復興に向けての活動を直ちに開始した。

先にも明らかにしたように企業では工場の建物や工場内の設備が被災したりなどであった。日立製作所に関して言えば、地震発生の翌日から本社リスクマネジメント本部の要員が茨城県入りし、数日で被災状況の確認、建屋・設備の検査などを実施した。全国からの応援が延べおよそ500人が集まり復旧活動に携わった。また3月22日には日立市内の電気・ガス・水道などの主なインフラが復旧できたことを受け最大で2,000人体制で製造ラインや設計職場の業務再開に向けた取り組みを開始したが、この復旧は困難を極めた。先にも述べたようにこの東日本大震災はBCPの想定を大きく超えていた為である。結果的に本社と各事業所が一体となっていくためには多少の時間を要した。本社からは被災状況把握のために少数の要因が派遣されたが、現地の各事業所ではインフラの寸断によって混乱が続いており、発生から数日間は被害状況の全容が把握できなかった。

こうした状況下でも多くの事業所の各部署の責任者が自宅などを被災していたにも拘らず、震災直後から各事業所で被災状況の把握、復旧に向けた施策を行っていた。当時、東日本大震災後の二次災害として東京電力福島第1原子力発電所からの放射性物質漏えいが進行している最中であり茨城県内は避難地域とはなっていないものの、通常とは異なる放射線量を茨城県環境放射線監視センター<sup>31</sup>が観測していた。それでも被災状況の把握が続けられた結果、本社からの派遣要員と共に各事業所の被害状況が次第に明らかとなっていくこととなった。

例えば日立製作所水戸事業所では工場建屋内の柱が損傷し鉄骨などがむき出しになってしまったことから応急処置として敷地内にプレハブ建

屋を建設し製造ラインなどを臨時に移す作業を行った。水戸事業所は日立市内よりも主なライフラインの回復が遅かったことから生産の再開に向けた作業は遅れ、3月末まで復旧作業が続いた。部品などの在庫で被災して製造に適さなくなった在庫を除いて生産も再開された。特にカスタマイズされた製品であるプリント基板の生産再開によって停止していた生産ラインの復旧に大きく役立った。他方、茨城県内で被災した企業は機械設備の位置ずれが発生していた。このため企業は水準器を調達して機械調整を行い早期の生産再開に向けての活動を行った。結果として多くの茨城県内企業は6月には生産を再開するに至った。

日立製作所が策定しているBCP<sup>32</sup>で見た場合、東日本大震災で従来策定した通りのBCP適応を試みたが、現地との連絡の不調などの問題が発生し、また、震災発生当初、茨城県に関する震災報道が少なかったことから情報が不足し、さらに被災地域が広範に渡っていたため、被災状況を把握するプロセスに想定外に時間を要した。本社では対策を立てるとともに、運用維持のための方策も検討されたが、事前計画は全く機能しなかった。このようなことから震災時、現場力が事業継続にあたって非常に重要であることが分かった。

## 4. 分析

東日本大震災は地震・津波・原発事故による複合災害として複雑な事象が発生し、インフラの破壊とロジスティックスの混乱によって企業が今まで最適化していたサプライチェーンを停止させた。

そこで本章では、東日本大震災に対する企業の活動を複雑系理論に基づいてサプライチェーンを中心に分析するために震災前、震災時、復旧・復興の3期に分けた上で二つの視点から検討する。



#### 4.1 組織の環境適応過程での試行錯誤的学習過程

東日本大震災という未曾有の危機に際し前章までに概観した企業の事例からも明らかなように、従来企業が策定していたBCPでは対応しきれなかった。これは地震・津波などの自然現象による破壊行為に対する環境変化への適応が予想の範囲を大きく超えていたことに起因する。この破壊行為は企業の原材料からエンドユーザーに届ける連鎖をも破壊した。この事象に際して前章までに取り上げた日立製作所でも、従来から策定されているBCPとの相違を分析しながら暗中模索が続いた。その結果として本社（東京）と現場（茨城県内各事業所）というロジスティックスの拠点が離れている中でも本社及び被災地域以外からの従業員投入、復旧作業を行い、成功を取めた。ここには本社から派遣された人員と現地各事業所責任者の、マニュアルをベースとした臨機応変的な対応が重要な役割を果たしている。具体的には被災後、電力供給の無い状態で事業所内の点検を実施した現地各責任者は、交通網が寸断されている中で安全に従業員を避難させた。その後、規模が想定外であったのにも拘らず本社からの派遣要員と建築会社による被災診断が迅速に実施、対策が練られ、その後の復旧へと導いた。これは震災という破壊的状況の混沌（カオス）から現場の力による復旧、つまり試行錯誤しながら学習し、環境に適応していく秩序化過程に他ならない。

#### 4.2 混沌から秩序が形成される過程

日立製作所はBCPを策定しており、復旧・復興プロセスの3段階として、(1) 診断、(2) 対策・運用維持、(3) 復旧支援を構築していた。しかしこれは震災発生当初から実態がその想定を大きく上回ったものであり、この点が初期段階のズレとなった。第1段階の被災状況の診断においても、その状況が確認できても代替できるものの調達見込みが立たないなどが診断時から想定され現場を大きく落胆させた。第2段階の対策・運用維持においても、事業所も従業員

も被災している上、ライフラインが寸断されているため運用維持が出来なかった。日立製作所では近隣の事業所が助け合う体制を前提としていた。政府の対策も東北三県の復旧が優先であったことから順調に進まなかった。第3段階の復旧支援も全国の日立製作所の事業所から事前に計画された通り出発したものの、茨城県以北の交通網の寸断でロジスティックスが機能不全となり、図表2に示すように交通網が回復し、ロジスティックスが正常化するまで停滞を余儀なくされた。こうした中で到着した数少ない物資と被災を免れた資材を現場では生かし、可能なところから復旧作業を開始した。従業員自身も被災しているのにも拘らず、復旧を担当できる従業員は翌日からこれらの一連の作業に従事した。

これは震災のズレから発生した通常のルーチンとは異なる秩序の形成であるといえるが、海外からも絶賛される程の秩序の正しさがあったことや、従業員としてのモラルの高さも一要因である。

#### 4.3 総括

以上の結果から複雑系理論の補強理論として東日本大震災について茨城県内企業を中心に捉えた場合、東日本大震災における社会的対応の組織・システムへの影響として指摘できることは次の通りである。

(1) 東日本大震災はサブプライムローン問題の発生によって落ち込んでいた茨城県の鉱工業生産の回復段階で発生した。この発生は不測事態であり、従来から策定されていたBCPが役に立たない場面が多く存在した。これが社会とリンクしていた茨城県内企業、特に日立市に企業城下町を形成する日立製作所を中心とした企業グループを直撃し、被害が大きかったことから事業所の設備が破壊されかつサプライチェーンが寸断されたため、事業継続を不可能なものとした。これは組織・システムへの影響という観点で見た場合、倒産の次に重大な影響があったと考えられる。

(2) サプライチェーンが寸断されている中で本

社からの少数の派遣要員と現地の各事業所の従業員によって元々あったBCPのプランに沿って、それはほぼ対応しきれない計画であったが、復旧を行っていった。これは組織・システムは復元能力を持つためであると結論付けることができる。この復元能力はそれぞれの組織の試行錯誤による学習過程が色濃く反映される。もしこの説が正しいのであれば、本論文で取り上げた茨城県内企業、特に日立製作所は次の破壊的行為に遭遇しても今回の東日本大震災以上に立ち直り（復旧・復興）が早く行われるものと考えられる。但し、この場合には交通網の寸断については迅速に原状回復する必要がある。これは一企業、一企業グループ、一地域で成せるものではない。

(3) 日立製作所が策定していたBCPの復旧・復興プロセスの3段階である診断、対策・運用維持、復旧支援について東日本大震災発生当初より大規模複合災害のため計画通りに進まず、日程が組みづらくなっていた。ライフラインが寸断されていたこともあって、初期の段階で行うべき被災診断も当初計画通りには実施できなかった。また交通網の寸断からサプライチェーンも寸断され、復旧支援策も当初計画通りには行かなかった。しかし、各事業所では多くの現場従業員自身が被災していたのにも拘らず復旧に大きく役立った。これは本社と国内各事業所からの派遣要員とも相まって現場力として非常に重要な秩序が形成されてきたものであると判断できる。

結論として東日本大震災からの復旧・復興活動においては様々な要素がある中でサプライチェーンの回復にも重要な役割を果たしたのは被災した後も本社派遣要員などとともに復旧に当たった各事業所の「現場力」であると言える。これによって自己組織的臨界状態が最小限に食い止められたものであると判断できる。

## おわりに

東日本大震災は関東以北の企業に大きな影響を与えた。茨城県においても交通網が寸断され、また、多くの企業が被災しサプライチェーンの寸断を余儀なくされた。震災から半年が過ぎ、注釈や参考文献にも挙げたようにすでに県内企業に対する調査は進んでいる。しかしながらこれらの調査の理論化を試みた研究は未だ殆どなくこの意味において本論文の意義がある。

震災という破壊行為による混沌（カオス）から脱却し秩序の創造へ向かう中でサプライチェーンの寸断などの要素が復旧・復興、つまり新たな創造への障害となることが明らかとなった。しかしながら茨城県内企業の現場の力、ここでは日立製作所の「現場力」を中心に検証したが、この事態に柔軟に対応しそれを乗り越える力を持つに至った。これは複雑系理論の中でも自己組織的臨界状態が最小限に食い止められるかもしくは復活するものである。

本論文で明らかにしたように個別企業は震災という困難に柔軟に立ち向かい早期に復旧を成し遂げたが、過去に前例の無い規模での震災のため、企業以外のインフラの復旧、つまり道路や鉄道、港湾設備の復旧に時間がかかり、せっかく企業が復旧したものの自社への供給が停滞したり自社からの供給が停滞したりする事態となった。

東北三県の復旧が優先される中、その範囲でいかに迅速に復旧・復興するかが生産を再開しサプライチェーンを回復していく鍵となる。日本企業の強みとしてしばしば暗黙知による搾り合わせ型の生産が例として挙がるが、これも「現場力」の一つであり、東日本大震災でもまた、この「現場力」が復旧・復興の鍵となったと考えられる。

本論文では環境条件の多様な解釈を試み、及び失敗したと思われるイノベーションによる成功過程に関しては、今回の茨城県内企業を中心とした東日本大震災の分析から明らかにすることができなかった。これは分析に必要な資料が

不足したためである。今後は環境条件の多様な解釈、失敗と思われるイノベーションによる成功についての資料を集め明らかにすることを通じて、複雑系理論に基づいた被災企業に対する理論の補強を行っていききたい。

## 注記

- <sup>1</sup> カタストロフィ理論とは連続する事象を背景として不連続な事象がする過程を追究しようとする理論のことである。フランスの数学者ルネ・トム (Rene Thom) によって、トポロジー (位相数学) を科学全般に適用する試みとして1960年代に提唱された。(http://www.sophia-it.com/content/カタストロフィー理論 (2013年2月22日))
- <sup>2</sup> 中野茂夫 (2009) 『企業城下町の都市計画：野田・倉敷・日立の企業戦略』筑波大学出版会。
- <sup>3</sup> Per Bak and Kan Chen (January 1991) “Self-Organized Criticality,” Scientific American, 46-53.
- <sup>4</sup> カタストロフィ理論による企業のモデル化は1980年代に多く試みられている。例えば尾関、森元などである。尾関はオイルショック以降の企業の不安定な外部環境について定量化を試み、重回帰分析との比較を行った。尾関守他 (1985) 「カタストロフィー理論を用いた企業モデル」『日本経営工学会誌』36 (3)、社団法人日本経営工学会。また、森元は企業倒産を不連続的な崩壊過程をくさびのカタストロフィによって具体的に定量化し、企業が倒産するまでの時系列変化をカタストロフィ空間上に布置して類型化を試みている。森元優他 (1986) 「カタストロフィー理論を用いた企業倒産のモデル化」『日本経営工学会誌』37 (5)、社団法人日本経営工学会。
- <sup>5</sup> サンタフェ研究所は米国ニューメキシコ州に1984年に設立された研究所であり複雑系の研究を行い世界に発信したことで知られる研究所である。
- <sup>6</sup> 経営学への応用については1990年代後半に盛んに議論がなされるようになり1999年には『複雑系の経営学』という本が出版されるに至っている。(涌田宏昭 (1999) 『複雑系の経営学』税務経理教会。など)
- <sup>7</sup> 平松によれば「このような複雑系対応ツール・モデルに、伝統的経営学のモデルとの相違が生ずるのは当然である。その一つは開発した経営ツールが複雑で漠然とした対象に対応するものであるため、有効ではあっても幅の広い、抽象

- 的な色合いの強いものになりがちな点である。これに対しては実施具体策を設定する際の有効性を高める工夫努力でカバーせねばならない。次にツール化の領域である。出来る限り経営管理過程の始点となるドメイン戦略であることが望ましいが、柔軟な対応が求められるため、組織戦略領域のものが多くなる傾向は避けられない。」との認識を示している。平松茂実 (2000) 「複雑系経営環境下における経営対応—複雑系経営ツール・モデル化プロセスと対応モデル」『経営学論集 (70)』日本経営学会、257頁。
- <sup>8</sup> 臨界状態にある系は色々な規模の連鎖反応を起こす。これは規模によって異なり、「亜臨界<臨界<超臨界」のようになる。参考論文には記載されていないが震災時のサプライチェーン寸断はまさに臨界を超えた反応と言ってよい。Per Bak and Kan Chen (January 1991) “Self-Organized Criticality,” Scientific American, 46-53.
  - <sup>9</sup> 涌田は危機管理の主要なテーマや材料について、「問題としなければならないのは、災害を最小限の被害に止める研究努力だけではなく、起きる以前や起きたときの社会的対応の組織・システムのおおび影響の研究をより総合的に管理的に論ずる必要がある」と述べている。涌田宏昭 (1999) 『複雑系の経営学』税務経理教会、17頁。
  - <sup>10</sup> 涌田は複雑系の捉え方について「あるシステムの構成要素をいくつかのグループに分けてみると、それぞれのグループを一つのシステム (サブシステム) として捉えることが可能である。対象をこのように要素に分解して、個々の要素を分析して、その成果を総合することによって全体を理解しようとする考え方を還元主義という。(中略) 階層での特性を解明できると考える。涌田宏昭 (1999) 『複雑系の経営学』税務経理教会、31 - 32頁。
  - <sup>11</sup> 涌田は不確実性についてサイモンの「限定された合理性」の限界に基づく対処とし「組織の環境適応過程は、試行錯誤的な学習過程としてみなすことができる」との見解を述べた。涌田宏昭 (1999) 『複雑系の経営学』税務経理教会、51 - 52頁。
  - <sup>12</sup> 涌田は多様性について「適切な情報の伝達と同時に、情報の意味の解釈も重要な組織活動となる」と指摘した上で、「環境条件の解釈において多様な意味が成立し得ることを「多義的な状況」と言う」と述べた。涌田宏昭 (1999) 『複雑系の経営学』税務経理教会、52頁。
  - <sup>13</sup> 涌田はポジティブ・フィードバックとは「ネガティブ・フィードバックのように予め設定した基準点に収束していくのではなく、ある近郊か

らのズレがきっかけとなってさらにそれが増幅的に拡大し、自己組織的に異なった秩序が形成される」ことであるとした。涌田宏昭 (1999)『複雑系の経営学』税務経理教会、53頁。

- <sup>14</sup> 涌田は意図せざる結果についてポケベルの例を挙げ、失敗したと思われたイノベーションが別の製品に結実大成功したというような怪我の功名的なものであると述べた上で「組織側の自律的行動のみならず環境側の自律的行動をも想定し、両者の相互作用を想定すること」の重要性について触れている。

- <sup>15</sup> Donaldは競争環境のパラダイムシフトについて、①グローバリゼーション、②反応の速さ、③財務の複雑化、④情報との関連性を挙げ、このパラダイムシフトがサプライチェーン構築につながるとの認識を示した。Donald J. Bowersox (1999) “21<sup>st</sup> Century Logistics : Making Supply Chain Integration A Reality”, Council of Logistics Management.

- <sup>16</sup> Christopherはサプライチェーンの定義について “A supply chain in the network of organization that are involved, through upstream and downstream linkage, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services delivered to the ultimate customer” としている。J.T.Mentzer, et al., (2001) “Defining Supply Chain Management,” CLM, Journal of Business Logistics, Vol.22, No.2.

- <sup>17</sup> Lee&Billingtonはサプライチェーンの定義について “Network of manufacturing and distribution sites that procure raw materials, transform them into intermediate and finished products, and distribute the finished product to customers” としている。C.Bechtel&J.Jayaram,(1997) “Supply Chain Management : A Strategic Perspective,” The International Journal of Logistics Management, Vol.8, No.1.

- <sup>18</sup> Handfield&Nichols Jr.はサプライチェーンマネジメントの定義について “SCM is the integration of these activities through improved supply chain relationship, to achieve a sustainable competitive advantage” としている。R.B.Handfield & E.L. Nichole Jr.,(1998) “Introduction to Supply Chain Management” Prentice Hall.

- <sup>19</sup> トヨタの自動車部品、ピストリングを生産するリケン柏崎工場が2007年7月に発生した新潟中

越沖地震で被災しトヨタへの部品供給がストップするという事故が起こった。これは東日本大震災より前の天災によるサプライチェーン寸断の例としてよく挙げられる。日経コンピュータ編集部 (2008) 「強い企業のIT戦略 リケン 中越沖地震を教訓にSCM改革 IT・生産・物流分散で事業継続」『日経コンピュータ』718、日経BP社、58-62頁。

- <sup>20</sup> 鍋山は東日本大震災について、地震、津波などの水害、原発事故、2次災害としての原発（放射線）、電力供給不足、そして追加として大規模なサプライチェーンの途絶を挙げた。この中でリケン株式会社及び三菱化成株式会社を取り上げている。鍋山徹 (2011) 「サプライチェーン再構築を考える」『ARC '11.9』ARC、6-7頁。

- <sup>21</sup> いばらき統計情報ネットワークで最新の茨城県内鉱工業生産指数が掲載されている。「いばらき統計情報ネットワーク」『茨城県』, [http://www.pref.ibaraki.jp/tokei/betu/bukka/keizai/11\\_04-06/index.html](http://www.pref.ibaraki.jp/tokei/betu/bukka/keizai/11_04-06/index.html) (2011年11月15日)

- <sup>22</sup> 気象庁によれば東日本大震災の時に発生した地震は国内観測史上最大である。気象業務の評価に関する懇談会 (2011年5月31日) 『東北地方太平洋沖地震への気象庁の対応について (報告)』気象庁。

- <sup>23</sup> 内閣府は6月24日に『東日本大震災における被害額の推計』を発表し、建物等の被害が約10兆4千億円、ライフライン施設が約1兆3千億円、社会基盤施設が約2兆2千億円、農林水産関係が約1兆9千億円、その他が約1兆1千億円、総計約16兆9千億円の損害が出たと発表した。詳細については「東日本大震災における被害額の推計について」『内閣府』, <http://www.bousai.go.jp/oshirase/h23/110624-1kisya.pdf> (2013年2月22日) を参照。

- <sup>24</sup> 筆者も茨城県水戸市内で校務中に被災した。

- <sup>25</sup> みずほ総合研究所ではウェブによる調査を実施、628社の回答に基づいて『東日本大震災がもたらした企業活動への影響に関するアンケート』をまとめた。ただ留意しなければならないのは被害が甚大であった東北の企業は回答エリアで第5位となっており、それ以外の属性に関しては東京 (43%) が最も多く、次いで東京以外の関東 (19%) と続いた。の詳細については「東日本大震災がもたらした企業活動への影響に関するアンケート」『みずほ総合研究所』, <http://www.mizuho-ri.co.jp/membership/enquete/pdf/enquete201105.pdf> (2011年11月15日) に掲載されている。

- <sup>26</sup> 設問項目は「東日本大震災・計画停電により自社で実施した項目 (複数回答)」である。みず

ほ総合研究所 (2011)『東日本大震災がもたらした企業活動への影響に関するアンケート』より。

<sup>27</sup> 日立立志塾の中小企業会員を中心とした日立市及びひたちなか市の復興についてまとめた論文である。関満博「震災復興に向かう日立・ひたちなか地区の中小企業」『常陽アーク11年6月号』32-41頁。

<sup>28</sup> 日立市商工会議所では中小企業者に対する被害(直接・間接)状況を把握するため6月15日から6月30日までの間に郵送調査を行い『東日本大震災被害調査報告書』をまとめた。詳細については「東日本大震災被害調査報告書」『日立商工会議所』, [http://www.hitachicci.or.jp/news/data/2011/20110906\\_2.pdf](http://www.hitachicci.or.jp/news/data/2011/20110906_2.pdf) (2011年11月15日)に掲載されている。

<sup>29</sup> 常陽地域研究センター『常陽アーク11年4・5月合併号』9頁。

<sup>30</sup> 「東日本大震災の影響とその対応について」日立グループサステナビリティレポート2011、10頁。詳細については「東日本大震災の影響とその対応について」『日立製作所』, [http://www.hitachi.co.jp/csr/csr\\_images/csr2011\\_010-014.pdf](http://www.hitachi.co.jp/csr/csr_images/csr2011_010-014.pdf) (2013年2月22日)を参照。

<sup>31</sup> 茨城県環境放射線監視センターは茨城県の原子力安全・防災対策の体制強化の一環として2007年4月に移転・設置された機関である。この監視センターの監視の中心は東海・大洗地区の原子力施設である。東日本大震災発生以降、この監視センターで平常時では観測されない放射線量を観測し続けた。(「現在の監視状況」『茨城県環境放射線監視センター』, <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/houshasen/> (2013年2月22日))

<sup>32</sup> 日立製作所は2007年の段階でBCPを策定した。同社ではBCPの3段階として①診断、②対策・運用維持、③復旧支援を構築していた。①と②に関しては設備診断から始まり、情報システム設備防災ソリューションを、③では専用部品配備サービス、緊急招集・安否確認システム、機密情報媒体輸送・保管サービスなどを構築した。小島俊郎他 (2007)「日立グループが一丸となって進める事業継続」『日立評論』Vol89 No.09、日立製作所、694-695頁。

## 参考文献

J.T.Mentzer,et al., (2001)“Defining Supply Chain Management,” CLM, Journal of Business Logistics, Vol.22, No.2.

Donald J. Bowersox (1999)“21<sup>st</sup> Century Logistics : Making Supply Chain Integration A Reality”, Council of Logistics Management.

R.B.Handfield & E.L. Nichole Jr.,(1998)“Introduction to Supply Chain Management” Prentice Hall.

C.Bechtel&J.Jayaram,(1997)“Supply Chain Management : A Strategic Perspective,” The International Journal of Logistics Management, Vol.8,No.1.

竹内朗 (2011)『Q&A 東日本大震災と事業継続の法務』商事法務。

日本経済新聞社編 (2011)『東日本大震災、その時企業は』日本経済新聞社。

中野茂夫 (2009)『企業城下町の都市計画:野田・倉敷・日立の企業戦略』筑波大学出版会。

菊池康也 (2006)『SCMサプライチェーンマネジメントの理論と戦略』税務経理協会。

経済産業省商務情報政策局情報セキュリティ政策室編 (2005)『事業継続計画(BCP)策定ガイドライン—高度IT社会において企業が存続するために』経済産業調査会。

涌田宏昭 (1999)『複雑系の経営学』税務経理協会。

今岡善次郎 (1998)『企業収益を上げる仕掛けサプライチェーンマネジメント』工業調査会。

週刊ダイヤモンド編集部 (1997)『複雑系の経済学』ダイヤモンド社。

合原一幸編 (1997)『別冊日経サイエンス (120)』日経サイエンス。

野口宏 (1976)『カタストロフィーの話』日本放送出版協会。